

ANALISIS DEBIT BANJIR DAN TINGGI MUKA AIR DI SUNGAI POIGAR PROVINSI SULAWESI UTARA

Judhistira Romijn Shermanto Toha

Jeffrey S.F. Sumarauw, Tiny Mananoma

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: judhistiratoha@gmail.com

ABSTRAK

Sungai Poigar merupakan salah satu sungai dengan DAS yang luas di Provinsi Sulawesi Utara. Sungai Poigar yang tepatnya berada di antara Kabupaten Bolaang Mongondow dan Minahasa Selatan sudah sering meluap dan membanjiri kawasan hilir DAS yang sebagian besar merupakan lahan pertanian dan pemukiman masyarakat. Oleh karena itu dibutuhkan data mengenai besar debit banjir dan tinggi muka air yang dapat terjadi. Analisis dilakukan dengan mencari frekuensi hujan dengan metode Log Pearson III. Adapun data hujan yang digunakan berasal dari 3 pos hujan dan 1 pos klimatologi, yaitu pos hujan Moayat Poyowa, Nonapan Wineru, Nuangan Lanut, dan pos klimatologi Tompasso Baru. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum dari tahun 2008 s/d 2017. Pemodelan hujan aliran pada program komputer HEC-HMS menggunakan metode HSS Soil Conservation Service dan SCS Curve Number (CN). Aliran dasar (baseflow) menggunakan metode recession. Dilakukan kalibrasi parameter HSS SCS sebelum melakukan simulasi debit banjir dengan menggunakan program komputer HEC-HMS. Dalam kalibrasi ini, parameter yang dikalibrasi adalah lag time, curve number, recession constant, baseflow, dan ratio to peak. Kalibrasi dilakukan dengan menggunakan uji koefisien determinasi dengan memperhatikan nilai koefisien determinasi yang $> 0,6$ dianggap sudah bisa memenuhi untuk tingkat kemiripan. Hasil kalibrasi didapat 0,974 (memenuhi). Dilakukan analisis debit banjir dengan parameter terkalibrasi menggunakan program komputer HEC-HMS. Debit puncak hasil simulasi setiap kala ulang dan kemudian dimasukkan dalam program komputer HEC-RAS untuk simulasi tinggi muka air pada penampang yang telah diukur. Hasil simulasi menunjukkan bahwa semua penampang melintang dari sta 0+50 sampai 0+200 tidak dapat menampung debit banjir untuk semua kala ulang rencana. Hanya penampang pada sta 0+0 yang bisa menampung debit banjir untuk semua kala ulang rencana.

Kata Kunci: Sungai Poigar, Debit Banjir, Tinggi Muka Air, HEC-HMS, HEC-RAS

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sungai Poigar, yang terletak di batas wilayah antara Kabupaten Minahasa Selatan dan Kabupaten Bolaang Mongondow merupakan sungai dengan luas DAS sebesar 382,06 km² dan memiliki panjang 87,2 km. Dengan DAS yang luas, sungai Poigar memiliki potensi banjir yang besar. Berdasarkan informasi dari warga sekitar sungai, banjir terjadi hampir setiap tahun. Dengan melihat masalah banjir yang sering terjadi di sungai Poigar, maka perlu dilakukan pengendalian terhadap debit banjir. Oleh karena itu terlebih dahulu perlu dilakukan analisis terhadap besarnya debit banjir dan meninjau tinggi muka air banjir di sungai Poigar.

Rumusan Masalah

Bencana banjir yang sering terjadi mengakibatkan kerugian bagi masyarakat di sekitar sungai. Dibutuhkan data debit banjir untuk sungai Poigar. Sehingga perlu dilakukan analisis besarnya debit banjir dan tinggi muka air sebagai acuan untuk melakukan pengendalian banjir.

Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini, masalah yang akan diteliti dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Titik kontrol DAS terletak pada 150 m bagian hilir jembatan Poigar.
2. Data hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum.
3. Kala ulang rencana dibatasi pada 2, 5, 10, 23, 50, dan 100 tahun.

4. Analisis dihitung menggunakan bantuan program komputer yaitu HRC-HMS untuk analisis hidrologi dan HEC-RAS untuk analisis hidraulika.
5. Penampang melintang sungai yang ditinjau yaitu sepanjang 200 m di titik kontrol 150 m bagian hilir jembatan Poigar dengan jarak antar segmen 50 m.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui debit banjir dan tinggi muka air yang akan terjadi pada penampang di bagian hilir sungai Poigar.

Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini manfaat yang diharapkan yaitu menjadi bahan informasi untuk instansi terkait yang berwenang dalam melakukan penanggulangan masalah banjir di sungai Poigar.

LANDASAN TEORI

Daur Hidrologi

Daur hidrologi atau daur air adalah siklus air yang berasal dari bumi kemudian menuju ke atmosfer dan kembali lagi ke bumi yang berlangsung secara terus-menerus. Karena bentuknya memutar dan berlangsung secara berkelanjutan inilah yang menyebabkan air seperti tidak pernah habis.

Air laut menguap karena adanya radiasi matahari, dan awan yang terjadi oleh uap air, bergerak di atas daratan berhubung di desak oleh angin. Presipitasi karena adanya tabrakan antara butir-butir uap angina akibat desakan, dapat membentuk hujan atau salju yang jatuh ke tanah yang membentuk limpasan (*runoff*) yang mengalir kembali ke dalam laut. Beberapa diantaranya masuk ke tanah (infiltrasi) dan bergerak lurus terus ke bawah (perkolasi) ke dalam daerah jenuh (*saturated zone*) yang terdapat di bawah permukaan air tanah atau permukaan freatik.

Air yang merembes ke dalam tanah (infiltrasi) memberi hidup kepada tumbuh-tumbuhan dan beberapa di antaranya naik ke atas lewat akar dan batangnya, sehingga terjadi transpirasi, yaitu evaporasi (penguapan) lewat tumbuh-tumbuhan melalui bagian bawah dan

(stomata). Permukaan sungai dan danau juga mengalami penguapan (evaporasi).

Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah di mana semua airnya mengalir ke dalam suatu sungai yang dimaksudkan. Daerah ini umumnya dibatasi oleh batas topografi yang berarti ditetapkan berdasarkan pada aliran permukaan, dan bukan ditetapkan berdasar pada air bawah tanah karena permukaan air tanah selalu berubah sesuai dengan musim dan tingkat pemakaian.

Untuk menentukan batas DAS sangat diperlukan peta topografi. Peta topografi adalah peta yang memuat semua keterangan tentang suatu wilayah tertentu, baik jalan, kota, desa, sungai, jenis tumbuh-tumbuhan, tata guna lahan lengkap dengan garis-garis kontur.

Analisis Curah Hujan

Untuk mendapatkan perkiraan besaran banjir yang terjadi di suatu penampang sungai tertentu, maka kedalaman hujan yang terjadi harus diketahui pula. Diperlukan besaran kedalaman hujan yang terjadi di seluruh DAS. Tidak hanya besaran hujan yang terjadi di suatu stasiun pengukuran hujan, melainkan data kedalaman hujan dari beberapa stasiun hujan yang tersebar di seluruh DAS.

Curah hujan rata-rata dari hasil pengukuran hujan di beberapa stasiun pengukuran dapat dihitung dengan metode *Poligon Thiessen*. Metode ini dipandang cukup baik karena memberikan koreksi terhadap kedalaman hujan sebagai fungsi luas daerah yang dianggap mewakili.

Curah hujan rata-rata dengan cara *Poligon Thiessen* dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (1)$$

dengan:

\bar{R} = Curah hujan rata-rata.

R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan di tiap titik pengamatan dan n adalah jumlah titik – titik pengamatan.

A_1, A_2, \dots, A_n = Luas daerah yang mewakili tiap stasiun pengamatan.

Analisis Frekuensi

Dalam sistem hidrologi, ada waktu-waktu terjadinya kejadian ekstrim seperti hujan badai, banjir, dan kekeringan. Besarnya kejadian ekstrim berbanding terbalik dengan frekuensi kejadiannya. Menurut Triatmodjo (dikutip dalam Kamase dkk., 2017), analisis frekuensi bertujuan untuk mengetahui besarnya suatu kejadian dan frekuensi atau periode ulang kejadian tersebut dengan menggunakan distribusi probabilitas.

Parameter Statistik

Parameter statistik yang digunakan dalam analisis data hidrologi yaitu: rata-rata hitung (*mean*), simpangan baku (standar deviasi), koefisien variasi, kemencengan (koefisien *skewness*) dan koefisien kurtosis.

Distribusi Probabilitas

Distribusi probabilitas atau distribusi peluang adalah suatu distribusi yang menggambarkan peluang dari sekumpulan varian sebagai pengganti frekuensinya.

Salah satu tujuan dalam analisa distribusi peluang adalah menentukan periode ulang (*return period*). Menurut Bambang Triatmodjo (2009), Periode ulang didefinisikan sebagai waktu hipotetik dimana debit atau hujan dengan suatu besaran tertentu (xT) akan disamai atau dilampaui satu kali dalam jangka waktu tertentu.

Fungsi distribusi peluang yang dipergunakan dalam penulisan ini adalah:

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log-Normal
3. Distribusi Gumbel
4. Distribusi Log Pearson III

Pemilihan Tipe Distribusi

Tipe distribusi yang sesuai dapat diketahui berdasarkan parameter-parameter statistik data pengamatan. Hal ini dilakukan dengan melakukan tinjauan terhadap syarat batas parameter statistik tiap distribusi dengan parameter data pengamatan. Secara teoritis, langkah awal penentuan tipe distribusi dapat dilihat dari parameter-parameter statistik data pengamatan lapangan yaitu C_s , C_v , dan C_K . Kriteria pemilihan untuk tiap tipe distribusi berdasarkan parameter statistik adalah sebagai berikut :

- 1) Distribusi Normal
 $C_s \approx 0$; $C_K \approx 3$
- 2) Distribusi Log-Normal

$$C_s \approx C_v^3 + 3 C_v$$

$$C_K \approx C_v^8 + 6 C_v^6 + 15 C_v^4 + 16 C_v^2 + 3$$

- 3) Distribusi Gumbel

$$C_s \approx 1,14 ; C_K \approx 5,40$$

- 4) Bila kriteria 3 (tiga) sebaran di atas tidak memenuhi, kemungkinan tipe sebaran yang cocok adalah Tipe Distribusi Log-Normal III.

Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit maksimum pada suatu sungai dengan periode ulang tertentu. Data yang dibutuhkan untuk menentukan debit banjir rencana antara lain data curah hujan, luas *catchment area* dan data penutup lahan. Debit banjir rencana biasa didapatkan dengan beberapa metode. Dalam tugas akhir ini akan digunakan metode empiris yaitu hidrograf satuan untuk menghitung besarnya debit banjir.

HSS-SCS

Hidrograf Tidak berdimensi SCS (*Soil Coneservation Services*) adalah hidrograf satuan sintetis dimana debit dinyatakan sebagai nisbah debit q terhadap debit puncak q_p dan waktu dalam nisbah waktu t terhadap waktu naik dari hidrograf satuan T_p .

Jika debit puncak dan waktu keterlambatan dari suatu durasi hujan efektif (*Lag Time*) diketahui, maka hidrograf satuan dapat diestimasi dari UH sintesis SCS.

$$Lag\ Time = \frac{L^{0,8} (2540 - 22,86\ CN)^{0,7}}{14,104\ CN \times s^{0,5}}$$

$$Waktu\ Naik = \frac{tr}{2} + t_p$$

$$Time\ base\ (t_b) = 5 \times T_p$$

$$q_p = \frac{CA}{T_p}$$

Dengan CN adalah *Curve Number* yang dapat memperhitungkan total hujan untuk berbagai karakteristik DAS dengan tipe tanah dan tata guna lahan yang berbeda (Supit, 2013).

Analisis Hidraulika

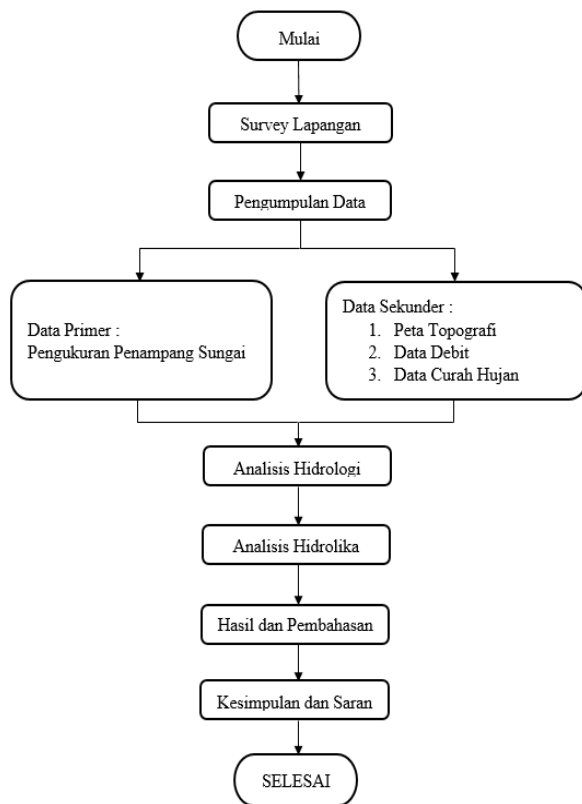
Aliran dikatakan langgeng (*steady*) jika kecepatan tidak berubah selama selang waktu tertentu.

Aliran alami umumnya bersifat tidak tetap, ini disebabkan karena bentuk geometris hidroliknya saluran, sungai-sungai di lapangan tidak teratur,

adanya tanaman pada tebing saluran, adanya bangunan air, perubahan dasar saluran, dan lainnya. Komponen pada model ini digunakan untuk menghitung profil muka air pada kondisi aliran langgeng (*steady*). Komponen pada *steady flow* dapat memodelkan profil muka air pada kondisi aliran subkritis, superkritis dan sistem gabungan.

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan pelaksanaan penelitian :



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

ANALISIS, HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan di DAS Tembran dilakukan dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum yang bersumber dari Balai Wilayah Sungai Sulawesi I dengan periode pencatatan tahun 2008 sampai dengan tahun 2017. Pos hujan yang digunakan sebanyak 3 Pos Hujan dan 1 Pos Klimatologi antara lain MRG Moayat –

Poyowa, ARR MRG Nonapan – Wineru, MRG Nuangan – Lanut, dan Stasiun Klimatologi Tompaso Baru. Berikut merupakan data hujan harian maksimum kedua pos hujan dari tahun 2008 sampai 2017.

Tabel 1. Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)			
	MRG Moayat Poyowa	ARR MRG Nonapan Wineru	MRG Nuangan Lanut	Klimatologi Tompaso Baru
2008	46,5	34	75	95,5
2009	49,5	64	75	131,5
2010	38,5	60,9	85	100
2011	67,4	62,2	85	96
2012	47,9	28,6	78	84
2013	47,8	70,4	85	108
2014	47,9	30,2	50	93
2015	-	100,4	120	-
2016	56,5	68,2	57	81
2017	75,5	80	83,5	95

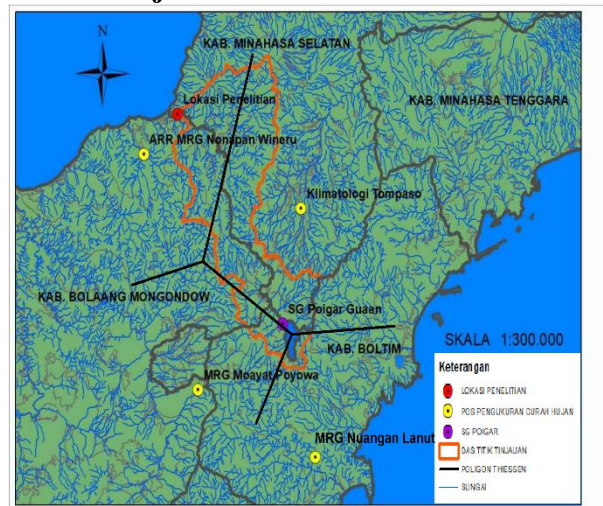
Sumber: "Balai Wilayah Sungai Sulawesi I"

Uji Data Outlier

Data *outlier* adalah data yang menyimpang terlalu tinggi ataupun terlalu rendah dari sekumpulan data. Uji *outlier* dilakukan untuk mengoreksi data sehingga baik untuk digunakan pada analisis selanjutnya.

Hasil uji *outlier* mendapatkan bahwa data-data curah hujan dari kedua pos hujan tidak ada yang menyimpang.

Analisis Hujan Rata - Rata



Gambar 3. Polygon Thiessen DAS Poigar

Analisis curah hujan rerata dilakukan untuk mendapat rata-rata dari hasil pengukuran hujan di dua pos hujan yang ada. Dengan mengetahui luas pengaruh dari tiap pos hujan yang ada, maka curah hujan rerata dari setiap pos hujan dapat dihitung dengan cara *Poligon Thiessen*.

Tabel 2. Hujan Rata –Rata DAS Poigar

Tahun	\bar{R}
2008	72,514
2009	102,034
2010	83,684
2011	83,309
2012	64,730
2013	91,548
2014	67,958
2015	40,604
2016	73,865
2017	88,474

Penentuan Tipe Distribusi Hujan

Jenis sebaran hujan bergantung pada nilai parameter statistik yaitu rata – rata hitung atau *mean* (\bar{X}), simpangan baku (*S*) koefisien kemencengan (*Cs*), koefisien variasi (*Cv*) dan koefisien kurtosis (*Ck*).

Tabel 3. Penentuan Jenis Sebaran Data

Tipe Sebaran	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	$Cs = 0$	-0,803	Tidak Memenuhi
	$Ck = 3$	5,132	Tidak Memenuhi
Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3 \cdot Cv = 0,679$	-0,803	Tidak Memenuhi
	$Ck = Cv^6 + 6Cv^4 + 15Cv^2 + 3 = 3,832$	5,132	Tidak Memenuhi
Gumbel	$Cs = 1,14$	-0,803	Tidak Memenuhi
	$Ck = 5,40$	5,132	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	Bila tidak ada parameter statistik yang sesuai dengan ketentuan distribusi sebelumnya	-	Memenuhi

Analisis Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana dihitung menggunakan tipe sebaran Log Pearson tipe III. Perhitungan dilakukan dengan menghitung parameter statistik terlebih dahulu.

Rata-rata hitung:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i = \frac{1}{10} \times 18,741 = 1,847$$

Simpangan Baku:

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,112}{10-1}}$$

$$= 0,111$$

Koefisien *Skewness* (Kemencengan):

$$C_{S_{\log X}} = \frac{n}{(n-1)(n-2) \cdot (S_{\log X})^3} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3$$

$$= \frac{10}{(10-1)(10-2) \cdot 0,112^3} \times (-0,015345)$$

$$= -0,1534$$

Tabel 4. Curah Hujan Rencana

Kala Ulang	Log Xn	Xn
2 Tahun	1,901	79,698 mm
5 Tahun	1,965	92,445 mm
10 Tahun	1,986	97,008 mm
25 Tahun	2,001	100,385 mm
50 Tahun	2,007	101,855 mm
100 Tahun	2,012	102,808 mm

Pola Distribusi Hujan Jam-jaman

Distribusi hujan jam – jaman merupakan pembagian intensitas hujan berdasarkan pola hujan suatu daerah. Dalam penelitian ini digunakan pola hujan dari daerah sekitar yaitu pola hujan daerah Bolaang Mongondow dan sekitarnya (Kairupan dkk., 2018).

Tabel 5. Distribusi Hujan Rencana untuk Setiap Kala Ulang

Kala Ulang	Besar Hujan Jam ke -							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2 Tahun	26,30	22,32	11,95	7,17	4,78	3,98	1,59	1,59
5 Tahun	30,51	25,88	13,87	8,32	5,55	4,62	1,85	1,85
10 Tahun	32,01	27,16	14,55	8,73	5,82	4,85	1,94	1,94
25 Tahun	33,13	28,11	15,06	9,03	6,02	5,02	2,01	2,01
50 Tahun	33,61	28,52	15,28	9,17	6,11	5,09	2,04	2,04
100 Tahun	33,93	28,79	15,42	9,25	6,17	5,14	2,06	2,06

Perhitungan Nilai SCS Curve Number

Tabel 6. Perhitungan nilai CN DAS Poigar

No.	Jenis Tutup Lahan	Luas	%	CN Tiap Lahan	CN
1	Tegalan/Ladang	42,39 km ²	11,12%	78	8,6736
2	Pemukiman	2,61 km ²	0,67%	81	0,5427
3	Danau	6,25 km ²	1,63%	0	0
4	Hutan Alam	330,81 km ²	86,58%	70	60,6060
Total					69,8223

Nilai CN rata-rata untuk DAS Poigar adalah 66,8223.

Analisis Debit Banjir Rencana

Pemodelan hujan aliran pada program komputer HEC-HMS akan menggunakan metode HSS *Soil Conservation Services*, dan untuk kehilangan air dengan *SCS Curve Number (CN)*. Untuk aliran dasar (*baseflow*) akan menggunakan metode *recession*.

Kalibrasi Parameter HSS SCS

Kalibrasi merupakan suatu proses dimana nilai hasil perhitungan dibandingkan dengan nilai hasil observasi lapangan. Kalibrasi Parameter HSS SCS perlu dilakukan untuk mencari nilai parameter HSS SCS teroptimasi dengan membandingkan hasil simulasi HEC – HMS dengan data debit terukur.

Kalibrasi dilakukan pada DAS lokasi penelitian dengan data debit terukur dilapangan.

Dikarenakan Sungai Poigar tidak memiliki data debit terukur, maka perlu dilakukan perhitungan dengan metode analisis regional sehingga data debit Sungai Poigar dapat diketahui.

Data hujan dan data debit dimasukkan ke komponen Time-Series Data. Data hujan dan data debit yang digunakan adalah data tahun 2016. Karena data debit rata – rata merupakan debit pada pos pengukuran tinggi muka air, maka dilakukan analisis regional untuk mendapatkan besar debit pada titik kontrol lokasi penelitian sungai Poigar.

Project: Kalibrasi Parameter HSS SCS Optimization Trial: Trial 5

Subbasin: Lokasi Penelitian

Start of Trial: 01Jan2016, 00:00

Basin Model: DAS POIGAR

End of Trial: 31Dec2016, 00:00

Meteorologic Model: Kalibrasi

Compute Time: 16May2019, 11:49:31

te	Time	Precip (MM)	Loss (MM)	Excess (MM)	Direct Flow (M3/S)	Baseflow (M3/S)	Total Flow (M3/S)	Obs Flow (M3/S)
16	00:00				0.0	15.6	15.6	8.5
16	00:00	2.90	2.88	0.02	0.1	1.0	1.1	8.5
16	00:00	2.68	2.63	0.05	0.2	0.0	0.2	8.8
16	00:00	3.94	3.82	0.13	0.5	0.0	0.5	9.1
16	00:00	33.64	30.16	3.48	11.6	0.0	11.6	9.7
16	00:00	19.20	15.48	3.71	15.4	0.0	15.4	10.0
16	00:00	2.17	1.68	0.49	5.7	0.0	5.7	10.3
16	00:00	2.64	2.02	0.62	3.3	0.0	3.3	11.0
16	00:00	2.06	1.57	0.49	2.4	0.0	2.4	11.0
16	00:00	0.00	0.00	0.00	0.6	0.0	0.6	10.6
16	00:00	0.00	0.00	0.00	0.1	0.0	0.1	10.6
16	00:00	10.94	8.12	2.82	9.3	0.0	9.3	10.3
16	00:00	0.00	0.00	0.00	2.6	0.0	2.6	10.3
16	00:00	0.00	0.00	0.00	0.5	0.0	0.5	10.3
16	00:00	0.60	0.50	0.10	0.7	0.0	0.7	10.3

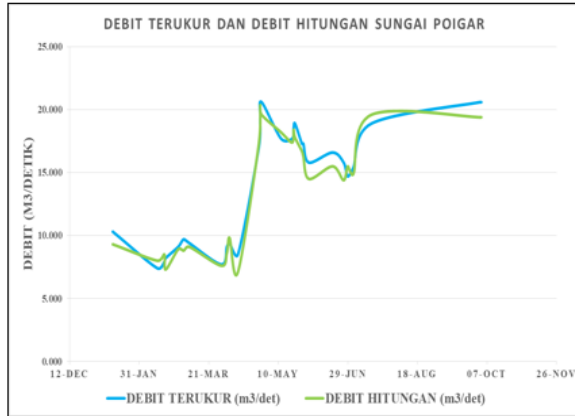
Gambar 4. Debit Hitungan Sungai Poigar

Debit hasil hitungan dan debit terukur Sungai Poigar akan diuji menggunakan uji koefisien determinasi (r^2) untuk menilai tingkat kemiripan model hidrologi antara hasil debit hitungan dan debit terukur.

Uji koefisien determinasi (r^2) dilakukan dengan membandingkan debit terukur Sungai Poigar dan debit terbaik hasil hitungan yang diperoleh dari parameter yang sudah terkalibrasi.

Tabel 7. Parameter Hasil Kalibrasi DAS Poigar

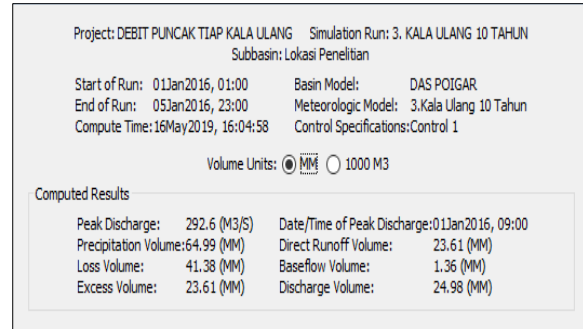
<i>Curve Number</i>	80
<i>Recession Constant</i>	0,01
<i>Ratio to Peak</i>	0,1
<i>Initial Discharge</i>	17,937 m ³ /det
<i>Lag Time</i>	300 menit



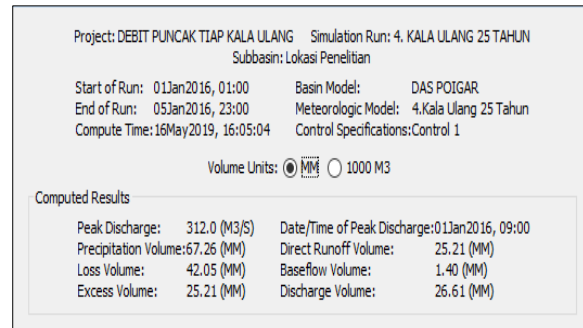
Gambar 5. Grafik Perbandingan Debit Hasil Perhitungan dan Debit Terukur

Simulasi Debit Banjir dengan Program Komputer HEC-HMS

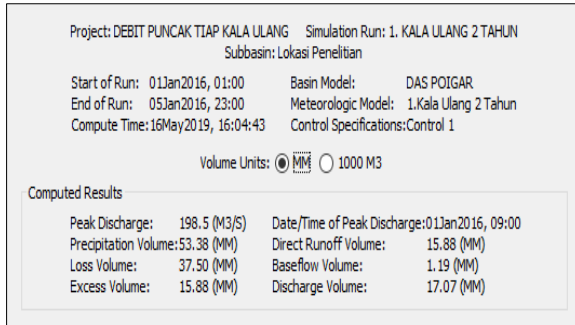
Semua parameter terkalibrasi akan digunakan sebagai parameter pada komponen sub-DAS untuk perhitungan debit banjir. Dengan data hujan rencana jam-jaman yang telah dihitung maka diperoleh hasil simulasi program komputer HEC-HMS sebagai berikut:



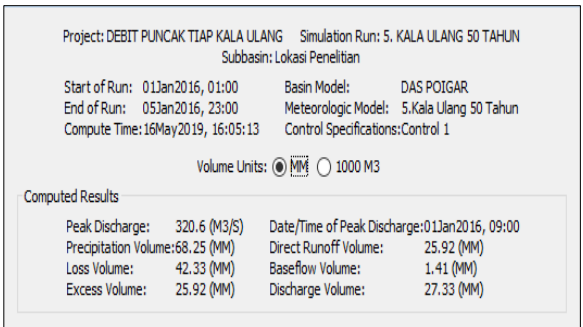
Gambar 8. Summary Result Kala Ulang 10 Tahun



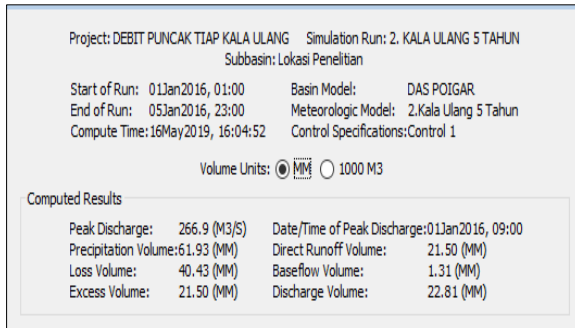
Gambar 9. Summary Result Kala Ulang 25 Tahun



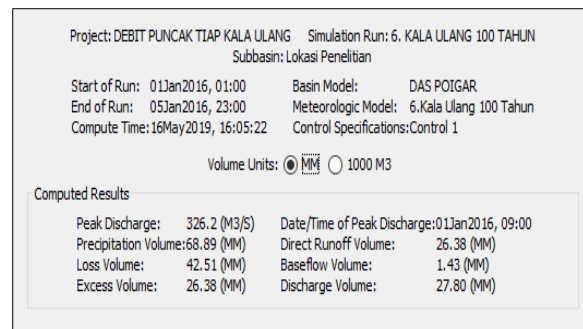
Gambar 6. Summary Result Kala Ulang 2 Tahun



Gambar 10. Summary Result Kala Ulang 50 Tahun



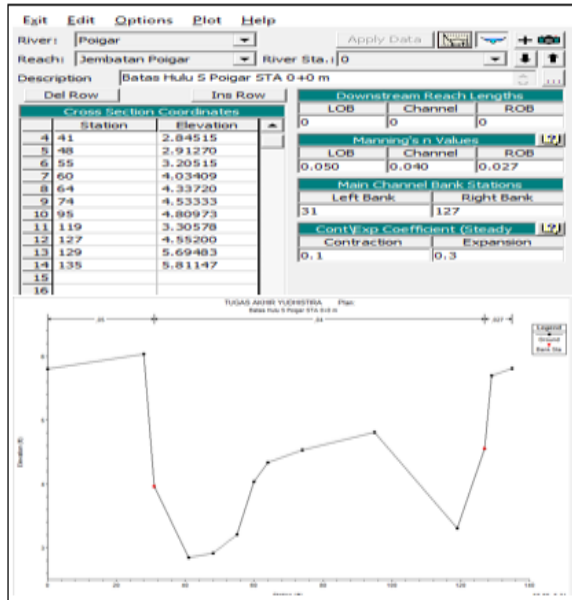
Gambar 7. Summary Result Kala Ulang 5 Tahun



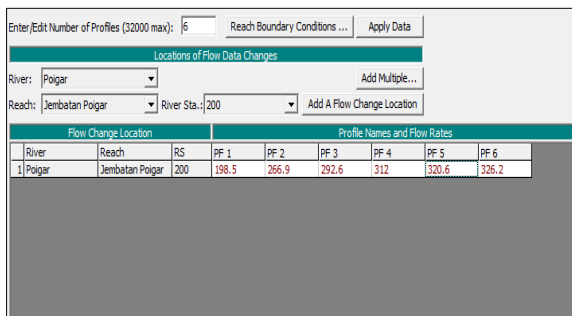
Gambar 11. Summary Result Kala Ulang 100 Tahun

Analisis Tinggi Muka Air

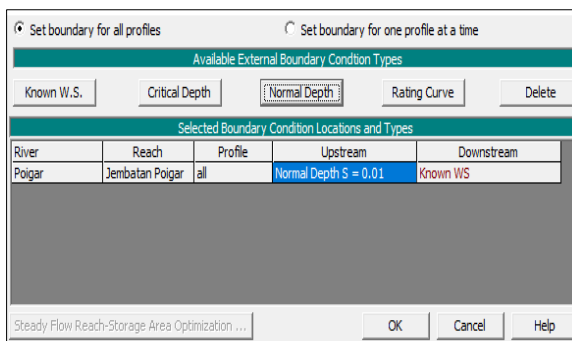
Analisis tinggi muka air menggunakan program komputer HEC-RAS membutuhkan data masukan yaitu penampang sungai, karakteristik saluran untuk nilai koefisien n Manning, dan data debit banjir untuk perhitungan aliran langgeng.



Gambar 12. Data Penampang Sungai



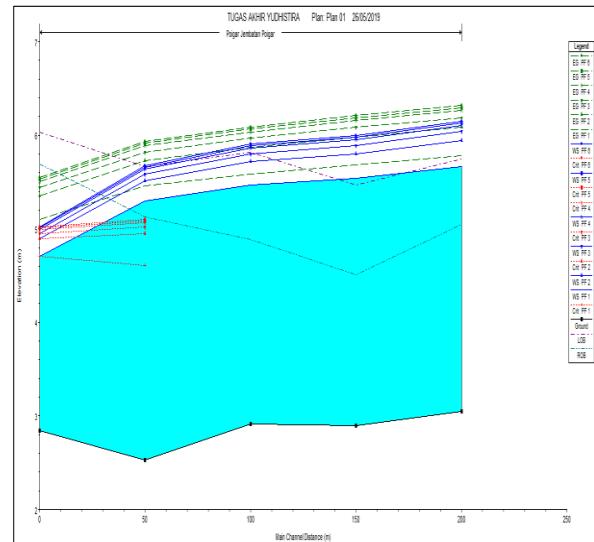
Gambar 13. Pengisian Data Debit



Gambar 14. Pengisian Reach Boundary Conditions

Simulasi Tinggi Muka Air Dengan Program Komputer HEC-RAS

Hasil simulasi tinggi muka air menunjukkan semua penampang dengan sta 0+0 masih bisa menampung debit banjir untuk semua kala ulang. Sedangkan untuk sta 0+50, 0+100, 0+150, 0+200 sudah tidak bisa untuk menampung debit banjir untuk semua kala ulang.



Gambar 14. Rangkuman Tinggi Muka Air Potongan Memanjang Sungai Poigar

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan, besaran hujan dengan kala ulang yang panjang menghasilkan debit puncak yang besar. Hal ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor dalam DAS Poigar yaitu koefisien penutup lahan, dan kelambatan waktu di dalam DAS.

Hasil simulasi program HEC-RAS menunjukkan penampang pada sta 0+50, sta 0+100, sta 0+150, dan sta 0+200 tidak mampu menampung debit banjir untuk kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun dan 100 tahun, dan cenderung meluap pada bantaran kanan sungai. Hanya penampang pada sta 0+0 yang bisa menampung debit banjir untuk semua kala ulang.

Saran

Bila akan dilaksanakan penelitian lebih lanjut, pengukuran dapat dilakukan di daerah banjir pada

hilir sungai dengan memperhitungkan pengaruh pasang surut.

Selain lokasi penelitian, data hujan yang tersedia juga merupakan data hujan dari pos hujan

yang berada di pinggiran DAS dan bahkan di luar DAS Poigar sehingga untuk mendapatkan data hujan yang lebih akurat dapat dipasang alat ukur hujan di bagian hulu DAS.

DAFTAR PUSTAKA

- _____.2000. *HEC-HMS Technical Reference Manual*. Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA.
- _____.2016. *HEC-RAS 5.0 Hydraulic Reference Manual*. Hydrologic Engineering Center, U.S Army Corps of Engineers, USA.
- Abdulhalim, Dwiki Fahrezi., Lambertus Tanudjaja, Jeffry S. F. Sumarauw. 2018. *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Talawaan di Titik 250m Sebelah Hulu Bendung Talawaan*. Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.5 Mei 2018 (269-276) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Bambang Triatmodjo. 2008. *Hidrologi Terapan*. Betta Offset, Yogyakarta.
- Chow, V. T. 1985. *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*. Erlangga, Jakarta.
- Chow, V.T, Maidment, D. R, Mays, L. W. 1988. *Applied Hydrology*. McGraw-Hill Book Company, Singapore.
- Kairupan, Reynaldo C., Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw. 2017. *Pola Distribusi Hujan Jam – Jaman Wilayah Bolaang Mongondow*. Jurnal Sipil Tekno Vol.15 No.68 Desember 2017 ISSN: 0215-9617, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Kamase, Malinda., Liany A. Hendratta, Jeffry S. F. Sumarauw. 2017. *Analisis Debit dan Tinggi Muka Air Sungai Tondano di Jembatan Desa Kuwil Kecamatan Kalawat*. Jurnal Sipil Statik Vol. 5 Juni 2017 (175-185) ISSN:2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Kapantouw, Billy., Tiny Mananoma, Jeffry S. F. Sumarauw. 2017. *Analisis Debit dan Tinggi Muka Air Sungai Paniki di Kawasan Holland Village*. Jurnal Sipil Statik Vol. 5 No. 1 Februari 2017 (21-29) ISSN:2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Mamuaya, Frana L., Jeffry S. F. Sumarauw, Hanny Tangkudung. 2019. *Analisis Kapasitas Penampang Sungai Roong Tondano Terhadap Berbagai Kala Ulang Banjir*. Jurnal Sipil Statik Vol. 7 No.2 Februari 2019 (179-188) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Meruntu, Philips Alexander., Jeffry S. F. Sumarauw, Tiny Mananoma. 2019. *Analisis Kapasitas Penampang Sungai Tingkulu Di Kecamatan Tikala Kota Manado*. Jurnal Sipil Statik Vol. 7 No. 4, April 2019 (379-388) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Seyhan, Ersin. 1990. *Dasar – dasar hidrologi*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta..
- Soemarto, C. D. 1987. *Hidrologi Teknik*. Edisi Kedua. Erlangga, Jakarta.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Nova, Bandung.

- Sumarauw, Jeffry. 2013. *Hujan*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, Jeffry. 2017. *Analisis Frekuensi Hujan*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, Jeffry. 2017. *Hidrograf Satuan Sintetis*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Sumarauw, Jeffry. 2018. *HEC-HMS*. Bahan Ajar Mahasiswa, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Supit, Cindy J. 2013. *The Impact Of Water Projects On River Hydrology*. Jurnal Tekno-Sipil Vol.11 No. 59 Agustus 2013 (56-61) ISSN: 0215-9617, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Talumepa, Marcio Yosua., Lambertus Tanudjaja, Jeffry S. F, Sumarauw. 2018. *Analisis Debit Banjir dan Tinggi Muka Air Sungai Sangkub Kabupaten Bolaang Mongondow Utara*. Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.10 Desember 2017 (699-710) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi, Manado.